Archive of SID

4th INTERNATIONAL CONFERENCE ON RESEARCH IN SCIENCE AND TECHNOLOGY
چهارمین کنفرانس بین المللی پژوهش در علوم و تکنولوژی
RSTCONF
Saint Petersburg RUSSIA 28 July, 2016 www.4rstconf.com سن پترزبورگ - روسیه ۷ مردادماه ۱۳۹۵

تولید فوتوسل رنگدانه ای

حمیدرضا اکبرزادگان[۱]،ترانه عزیزی[۲]، پردیس زندکریمی[۳]، لادن عالیخانی[۴]، مریم باقری [۵]

[(1)] کارشناس ارشد نانو فیزیک، آموزشکده فنی و حرفه ای سما، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، اراک، ایران

H.Akbarzadegan@yahoo.com

[(2,3)] دانش آموز پایه نهم، دوره اول دبیرستان، اراک ، ایران

[(4)] کارشناس ارشد فیزیک حالت جامد، آموزشکده فنی و حرفه ای سما، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، اراک، ایران

[(5)] کارشناس زبان انگلیسی، دبیر آموزش و پرورش ناحیه یک استان مرکزی، اراک، ایران

چکیده :

با توجه به روبه اتمام بودن منابع فسیلی تولید انرژی در جهان و افزایش مصرف انرژی بشر به دنبال جایگزین کردن این منابع با منابع ارزانتر و زیست سازگار پذیرتر می باشد. در این میان انرژی خورشیدی به دلیل فراوانی، کم هزینه بودن و عدم ایجاد آلودگی از جایگاه ویژه ای برخوردار است. امروزه سلول های خورشیدی ساخته شده با استفاده از رنگدانه ای به دلیل کم هزینه بودن توجه زیادی را به خود جلب کرده اند. در این طرح سلول خورشیدی با استفاده از رنگدانه های طبیعی و مبتنی بر تیتانیا در ابعاد ۲/۵ × ۲/۵ سانتی متر تهیه شده است. جهت آنالیز نمونه ساخته شده از دستگاه **XRD** و میکروسکوپ **SEM** استفاده شد که اندازه متوسط ذرات را ۱۸ نانو متر و فاز نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم لایه نشانی شده را آناتاز نشان دادند. و همچنین مقادیر ولتاژ مدار باز: ۱۷/۲۳ و جریان مدار کوتاه: ۰/۶۷ و بازده تقریبا ۷٪ برای آن اندازه گیری شد.

کلمات کلیدی: انرژی خورشیدی، سلول خورشیدی، تیتانیا، لایه نازک، رنگدانه های طبیعی

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه:

تأمین انرژی تمیز به یکی از مهم ترین مسائل بشر در قرن حاضر تبدیل شده است. انرژی خورشیدی یکی از منابع انرژی بدون کربن است که در همه جا در دسترس می باشد. انرژی که از طریق خورشید به زمین می‌رسد ۱۰۰۰۰ بار بیشتر از انرژی مورد نیاز انسان است . مصرف انرژی در سال ۲۰۵۰ یعنی سال ۱۴۲۹ خورشیدی (۴۰ سال دیگر) ۵۰ تا ۳۰۰ درصد بیشتر از مصرف امروزی آن خواهد بود. با اینحال اگر فقط ۱% درصد از سطح زمین با مبدل‌های انرژی خورشیدی یا همان سلول های خورشیدی پوشیده شوند و تنها % 10 بازده داشته باشند برای تأمین انرژی مورد نیاز بشر کافی است .

فناوری سلول های خورشیدی در حال تجربه سومین نسل این سلول هاست که تا حد زیادی مبتنی بر فناوری نانو است . ایده سلول های رنگدانه ای که از موفق ترین ها در بین سلول های نسل سوم است بر پایه مکانیسمی مشابه با فوتوسنتز گیاهان عمل می کند . مولکول های رنگدانه نور خورشید را جذب می کنند و الکترون تحریک شده را به ماده نیمه رسانای مجاور منتقل می نمایند . در ادامه به تولید سلول خورشیدی نانو ساختار با استفاده از رنگدانه های طبیعی پرداخته می شود

۲. قسمت تجربی

۲-۱) آماده سازی محلول کلوییدی تیتانیوم دی اکسید :

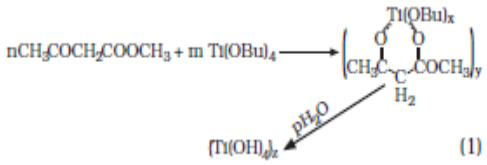
با استفاده از استو استات (EAcAc) به عنوان عامل کی لیت ساز و هیدرولیز کردن ترا بوتیل تیتانات (Ti[O-n-Bu]4) سل TiO_2 بنا به دستور زیر آماده می شود:

نخست 20 mL از اتانول (C_2H_5OH) و 1 mL از استو استات را با هم در می آمیخته سپس در حالی که محلول با سرعت ثابت در حال هم خوردن است 2 mL ترا بوتیل تیتانات را در دمای اتاق (۲۵°C) به آن افزوده می شود. محلول برای مدت ۱ ساعت به صورت مداوم در دمای اتاق در حال هم خوردن باقی می ماند، پس از آن 0.2 mL آب مقطر برای هیدرولیز کردن به آن افزوده می شود. در پایان محلول برای مدت ۱۰ ساعت به صورت مداوم هم می خورد.

واکنش شیمیایی که صورت می گیرد را می توان با شکل زیر نشان داد :

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۱) : آماده سازی محلول کلوییدی تیتانیوم دی اکسید

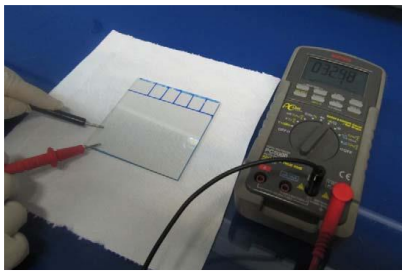
۲-۲) نشاندن SnO2:F اکسید قلع ناخالص شده با فلوئور روی زیرلایه های شیشه ای به روش اسپری پایرولیز :

برای تهیه SnO2:F کلرید قلع ۵ آبه به مقدار معین در محلول اتانول و آب به نسبت مساوی حل شده و سپس به منظور افزایش شفافیت محلول چند قطره اسید کلریدریک به آن اضافه می شود که در نتیجه آن هم ph محلول کاهش یافته و هم حلالیت نمک بیشتر می شود. سپس به 10cc از این محلول مقدار **0.5** گرم NH4F اضافه می شود، سپس زیرلایه ها را توسط دستگاه اسپری پایرولیز تا دمای 450 C گرما داده و بعد از آن 10cc از محلول تهیه شده با سرعت 14 ml/min و تحت فشار 2 atm روی شیشه ها پاشیده می شود. در این کار قطر نازل 3mm و ارتفاع آن تا زیر لایه 45cm بود.

۲-۳) آماده سازی آند

۲-۳-۱) بریدن FTO

ابتدا با استفاده از یک مولتی متر (مطابق شکل) روی رسانای FTO را مشخص کرده، سپس آن را در ابعاد مورد نظر می بریم . دقت کنید که FTO باید از طرف سطح نارسانا برش داده شود تا به سطح رسانای آن آسیبی وارد نشود. شکل (۳)

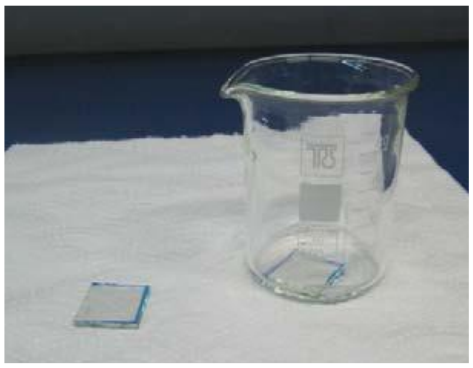


شکل (۳): بریدن **FTO**

www.SID.ir

Archive of SID

پس از برش، سطح نارسانای FTO را توسط قلم الماس علامت گذاری می کنیم تا در مراحل شستشو همواره سطح رسانای FTO به سمت بالا باشد. (شکل ۴)



شکل (۴) : شستشو FTO

۲-۳-۲) شستشو :

Pretreatment (3-3-2 :

در این مرحله زیرلایه ها را در محلول آبی $TiCl_4$ با غلظت 40 میلی مولار به مدت 30 دقیقه در دمای 70° C قرار می دهیم. پس از اتمام تریتمنت، لایه با آب بدون یون و اتانول شسته می شود.

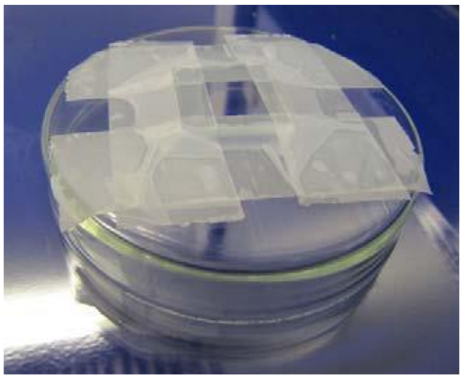
www.SID.ir

Archive of SID

۲-۳-۴) لایه نشانی به روش دکتر بلید

ابتدا چسب اسکاچ را مطابق شکل روی FTO می زنیم سطح مورد نظر باید از مساحت نهایی سل بزرگتر باشد.

به وسیله یک میله شیشه ای خمیر TiO2 را مطابق شکل روی چسب قرار می دهیم. (شکل ۵)

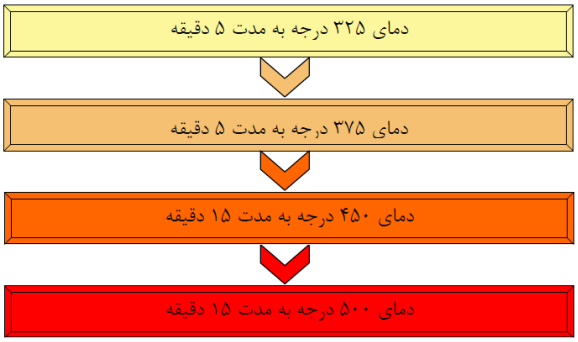


شکل (۵) : آماده سازی زیر لایه برای لایه نشانی

سپس با استفاده از لام، پیپت پاستور یا میله شیشه ای، خمیر TiO۲ را روی سطح FTO پخش می کنیم. لایه در دمای C ° 125 به مدت 6 دقیقه خشک می شود .برای لایه نشانی های بعدی، زیرلایه باید کاملا سرد شود .پس از خشک کردن نهایی در دمایC 125° و قبل از شروع حرارت دهی، چسب اسکاچ باید از سطح جدا شود.

۲-۳-۵) سینتر اول

در این مرحله لایه تا دمای 500 درجه حرارت داده می شود . حرارت دهی مطابق دستور زیر انجام می شود.



پس از پایان مراحل بالا، لایه باید به آرامی سرد شود زیرا تغییر دمای سریع می تواند باعث ترک خوردن و جدا شدن لایه شود.

www.SID.ir

Archive of SID

۲-۳-۶) تراشیدن لایه

بعد از اتمام سینتر با استفاده از یک لامل، اطراف لایه را تراشیده، تا به مساحت مورد نظر برسیم.

Post treatment (7-3-2

در این مرحله مانند حالت قبل زیرلایه ها را در محلول آبی $TiCl_4$ با غلظت 40 میلی مولار به مدت 30 دقیقه در دمای 70° C قرار می دهیم سپس لایه را با آب و اتانول شستشو می دهیم.

۲-۳-۸) سینتر دوم

در این مرحله لایه در دمای 500° C به مدت 30 دقیقه حرارت میبیند سپس دمای لایه تا 80° C پایین آورده می شود.

۲-۳-۹) قرار دادن در dye

نمونه در دمای 80° C در رنگ قرار گرفته و به مدت **20**ساعت در دمای اتاق در محلول رنگ باقی می ماند.

۲-۴) آماده سازی کاتد

۲-۴-۱) بریدن و سوراخ کردن FTO

روی الکترود مقابل یا کاتد یک سوراخ ایجاد می شود که از آن برای ریختن الکترولیت استفاده می شود.

۲-۴-۲) شستن

مراحل شستشو کاتد مانند آند است.

www.SID.ir

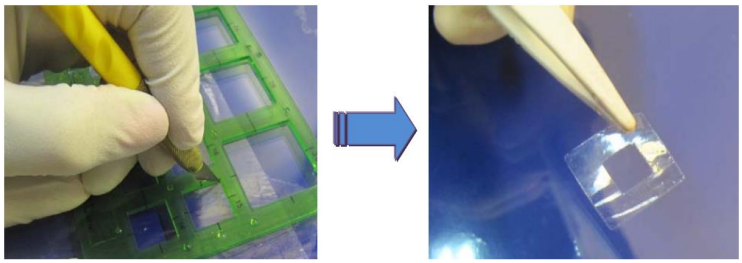
Archive of SID

۲-۴-۳) لایه نشانی پلاتین

پس از اتمام مراحل شستشو کاتد را به مدت 15 دقیقه در دمای 460 درجه حرارت می دهیم .سپس دما را به آرامی پایین آورده تا FTO ترک نخورد. هنگامی کهFTO کاملا خنک شد، یک قطره از محلول پلاتین روی سطح آن می ریزیم. وقتی پلاتین همه سطح را پوشاند، آن را در دمای **460** درجه در زمان **15** دقیقه حرارت می دهیم.

۲-۵) بستن سل

برای بستن سل ابتدا مطابق شکل (۶) پلیمری را که برای Sealing استفاده می شود (Spacer 30 μm) در ابعادی کمتر از FTO می بریم. سپس یک مربع وسط آن خالی می کنیم تا لایه TiO_2 داخل آن قرار گیرد.



شکل (۶) : بریدن spacer

آند را از داخل رنگ خارج کرده و مدتی در اتانول قرار می دهیم تا رنگ اضافه آن شسته شود. کاتد را که حرارت داده ایم و اکنون خنک شده است، از کوره خارج کرده و به ترتیب روی هم قرار می دهیم.

سپس بدون آن که آند و کاتد روی هم بلغزند، سل را از سمت کاتد روی هیتر در دمای 150-120 درجه به مدت 10 ثانیه قرار داده و با یک پنس فلزی قسمت هایی را که Spacer قرار دارد، تحت فشار قرار میدهیم تا در اثر حرارت ذوب شده و آند و کاتد بهم متصل شوند.

پس از اتصال آند وکاتد و خنک شدن آنها، به وسیله یک پیپت پاستور یک یا دو قطره الکترولیت را روی سوراخ ریخته و برای وارد شدن آن به درون سل، از خلا استفاده می کنیم. برای sealing نهایی، بوسیله یک قطعه Spacer سوراخ کاتد را با یک لام داغ شده، می بندیم.

www.SID.ir

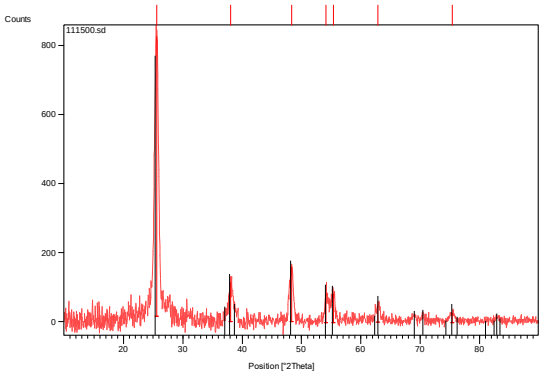
Archive of SID

۳) بحث

۳-۱) مشخصه یابی نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم

در این کار به منظور ثبت الگوی پراش اشعه x از دستگاه XRD و برای اندازه گیری قطر میانگین ذرات از فرمول شرر استفاده می کنیم. مطالعه مورفولوژی نانو ذرات نیز با نانوسکوپ SEM صورت گرفت .

طیف XRD از نمونه سلول ساخته شده در شکل (۷) مشاهده می شود که بیانگر فاز آناتاز می باشد. میانگین اندازه ذرات برای این نمونه در حدود ۱۸ نانومتر می باشد.

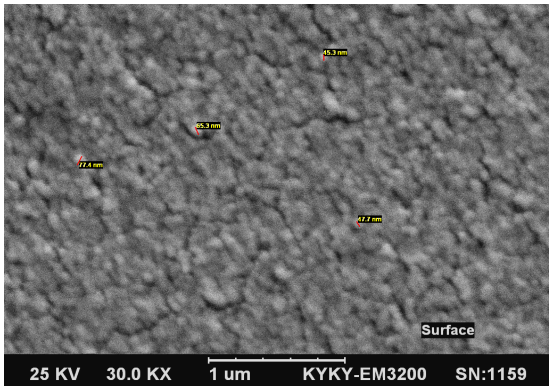


شکل (۷) تصویر XRD

تصویر SEM از فاز آناتاز برای نمونه ساخته شده در شکل۸ نشان می دهد ذرات کروی بوده و به صورت کاملا یکنواخت لایه نشانی انجام شده است.

www.SID.ir

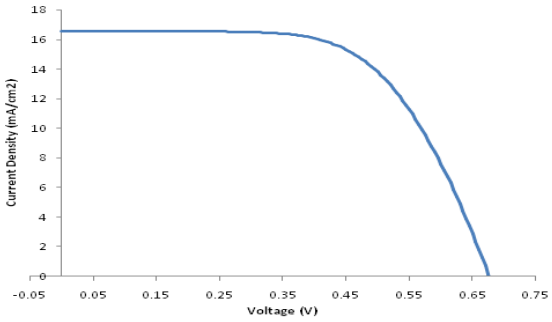
Archive of SID



شکل (۸) تصویر SEM

۳-۲) اندازه گیری جریان و ولتاژ سلول ساخته شده

برای اندازه گیری بازده سلول ساخته شده جریان و ولتاژ سلول با استفاده از دستگاه solar simulator دانشگاه صنعتی شریف اندازه گیری شد.نمودار شدت جریان بر حسب ولتاژ در نمودار شماره ۱ قابل مشاهده است که بیشینه جریان ۱۷/۲۳ میلی آمپر و بیشینه ولتاژ ۰/۶۷ اندازه گیری شده است.



نمودار (۱) : منحنی شدت جریان بر حسب ولتاژ سلول ساخته شده

۴) نتیجه گیری :

با توجه به طیف XRD نمونه در می یابیم نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم در فاز آناتاز بوده که بیشترین حساسیت در بازه فروسرخ، مرئی و فرابنفش را داشته و با استفاده از فرمول شرر و نیم پهنای بیشینه پیک متوسط قطر ذرات ۱۸ نانو متر اندازه گیری شد.

www.SID.ir

Archive of SID

تصویر SEM حاصل از نمونه اندازه گیری حاصل از XRD را تایید کرده و مورفولوژی سطح را که بیانگر لایه نشانی نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم به صورت یکنواخت است را به می دهد.

با توجه به اطلاعات به دست آمده از نمودار I-V برای ولتاژ مدار باز و جریان مدار کوتاه داریم :

V_{oc}: ولتاژ مدار باز: ۱۷/۲۳

J sc: جریان مدار کوتاه: ۰/۶۷

با انجام یک محاسبه ساده بازده و ضریب پر شدگی سلول به ترتیب زیر حاصل می شود:

Max J*V=efficiency =6.96

FF = 0.60

ممکن است در اثر گذشت زمان الکترولیت تبخیر شده و سلول کارایی خود را از دست بدهد که با اضافه کردن دوباره الکترولیت کارایی خود را باز می یابد. از مزیت های سلول خورشیدی تولید شده می تولن به عدم نیاز به تجهیزات پیچیده و گرانقیمت برای سلول های خورشیدی، حساسیت کمتر به زاویه تابش خورشید اشاره نمود.

منابع:

1. Magdalena Skompska, Hybrid conjugated polymer/semiconductor photovoltaic cells, Synthetic Metals 160, 1–15, (2010)
2. http://www.wikipedia.org/

۳. حمید رضا اکبرزادگان، شقایق علی مرادی، بررسی بازده سلول های خورشیدی تهیه شده با استفاده از رنگدانه های طبیعی مختلف، ماهنامه زنگ نانو، شماره بیست و دوم، ۱۳۹۰

۴. علیرضا منسوب بصیری، نسیم نصیری نیا، آزمایش های ساده نانو، انتشارات پیام مشرق، ۱۳۸۶

www.SID.ir